

Contribution à la mise au point d'une lutte biologique contre *Coelaenomenodera*: Introduction en Côte-d'Ivoire de parasites larvaires d'hispines

R. PHILIPPE (1), R. DESMIER de CHENON (1), R. LECOUSTRE (1), et D. MARIAU (2)

Résumé. — Lorsque *Coelaenomenodera*, l'ennemi le plus important du palmier à huile en Afrique de l'Ouest, entre dans une phase de multiplication intensive, ses générations très marquées ne se recouvrent plus, ce qui entraîne une nette diminution de l'efficacité de ses parasites larvaires. d'autant plus que les jeunes larves (1^{er} et 2^e stades) ne sont pas ou peu parasitées. On a donc tenté de combler cette lacune dans le complexe parasitaire de ce ravageur en introduisant des parasites de diverses espèces d'Hispines s'attaquant aux palmiers ou cocotiers. Ainsi, à la suite de plusieurs missions, des parasites furent importés des Nouvelles-Hébrides (*Pediobius parvulus* Ferr.), de Colombie (*Bracon* sp. et *Tetrastichus* sp.), de Malaisie (*Pediobius parvulus* Ferr. et *Symptesis javanica* Ferr.). L'élevage au laboratoire de ces parasites est plus ou moins aisé suivant les espèces. Les lâchers dans différentes palmeraies n'ont permis d'obtenir que l'installation de *Pediobius parvulus* (souche des Nouvelles-Hébrides) mais la population de ce dernier est toujours très faible et son rôle dans la limitation des foyers de pullulation de *Coelaenomenodera* est par conséquent nul ; comme il ne s'attaque qu'aux larves âgées du ravageur, il entre en compétition directe avec les parasites larvaires locaux qui sont en outre mieux adaptés aux conditions climatiques.

I. — INTRODUCTION

L'hispide *Coelaenomenodera* dont les larves creusent des galeries dans le limbe des folioles est l'ennemi le plus important du palmier à huile en Afrique de l'Ouest.

Lorsque les palmiers subissent une attaque très sévère de cet insecte, la défoliation peut affecter 80 à 90 p. 100 de la surface foliaire des arbres. Ceci a pour conséquence une chute de production très importante, que l'on estime à 50 p. 100 environ, pendant les deux années consécutives à l'attaque. A partir de 8 à 10 ans les palmiers voient de fréquentes pullulations sur lesquelles il est donc nécessaire d'intervenir avec des insecticides chimiques.

D'autre part, l'étude de la biologie du ravageur [Mariau et Morin, 1972] a montré que, en cas de pullulation, ses générations successives ne se recouvrent pas, entraînant ainsi une discontinuité dans ses cycles biologiques qui n'est pas favorable au développement des parasites larvaires locaux. Ces derniers, au nombre de 4, ne s'attaquent efficacement qu'aux larves âgées de *Coelaenomenodera* [Mariau et Morin, 1971 ; Mariau, Philippe et Lecoustre, 1978]. Par conséquent, on remarque une lacune importante dans le complexe parasitaire de ce ravageur, les jeunes stades larvaires n'étant guère parasités.

On a pensé que l'introduction d'un nouveau parasite possédant un large spectre d'activité, avec une bonne adaptation aux jeunes larves de *Coelaenomenodera*, pouvait présenter un certain intérêt dans la mise au point d'une méthode de lutte biologique et ainsi permettre de limiter les traitements à l'aide de pesticides. Plusieurs missions ont été réalisées dans les pays où existent diverses espèces d'hispines s'attaquant aux palmiers, afin d'étudier leurs parasites et d'introduire en Côte-d'Ivoire les espèces les plus intéressantes.

II. — PARASITE ORIGINAIRE DES NOUVELLES-HÉBRIDES

Pediobius (Pleurotropis) parvulus, Ferr. (Hyménoptères-Eulophidae) [Ferrière, 1933] est un parasite de tous les stades larvaires de *Promecotheca nuciferae*, Maulik. (Coléoptères-Hispinae), ennemi du cocotier à Java où il est très largement distribué dans des zones climatiques très différentes.

On l'avait introduit successivement aux îles Fidji pour combattre une espèce voisine, également ravageur des cocoteraies : *P. reichei*, Baly [Taylor, 1957], puis aux Nouvelles-Hébrides pour lutter contre une autre espèce du même genre d'Hispine : *P. opacicollis*, Gestro. [Lods et Dupertuis, 1939]. Ces deux introductions ayant été couronnées de succès, il a été décidé d'introduire ce parasite des îles Fidji, puis des Nouvelles-Hébrides, en Côte-d'Ivoire, sachant toutefois au départ que l'insecte à combattre était morphologiquement assez différent et vivait sur une plante hôte également différente. Une mission a donc été réalisée en 1970 aux Nouvelles-Hébrides [Cochereau, 1970].

1. — Ecologie et comportement de *P. parvulus*.

Selon Taylor, ce parasite a été trouvé dans les forêts aussi bien que dans des endroits dégagés et sa distribution en altitude s'étend du bord de la mer jusqu'à environ 1 200 m.

Il attaque *P. nuciferae*, *Gonophora xanthomelana* (ennemi du bananier et Zingiberaceae) et *G. taylora* à Java. Mais il ne s'intéresse pas aux hispines qui effectuent des galeries sur les bambous, les riz et autres graminées.

2. — Biologie de *P. parvulus* sur *P. reichei*.

C'est un parasite interne primaire. Il n'est jamais un parasite secondaire. Il attaque les stades larvaires, les prénymphe ainsi que les nymphes. Ses femelles déposent leurs œufs dans la cavité hémocoelique du corps de l'hôte, leur ovipositeur étant enfoncé à travers la voûte supérieure de la galerie larvaire et les

(1) Service Entomologie, Station I. R. H. O. de La Mé. B. P. 13, Bingerville (Côte-d'Ivoire).

(2) Directeur du Département Entomologie, Station Cocotier Mare-Delorme, 07 B. P. 13, Abidjan 07 (Côte-d'Ivoire).

téguments de l'hôte en une seule opération. Le nombre d'œufs pondus varie suivant la taille de l'hôte. Les larves internes se développent en quatre stades. Leur croissance est relativement rapide. La nymphose se réalise à l'intérieur de la dépouille de l'hôte.

3. — Technique d'élevage.

De mai 1970 à juillet 1971, plus de 3 700 parasites à l'état de nymphes, originaires des Nouvelles-Hébrides, ont été expédiés en Côte-d'Ivoire.

a) Au laboratoire.

La méthode d'élevage mise au point par Taylor aux îles Fidji a été reprise et adaptée à *Coelaenomenodera*.

On utilise des tubes de verre (diamètre : 4 cm, longueur : 18 cm) fermés aux deux extrémités par deux morceaux de mousseline à mailles fines.

La nourriture des insectes est composée de miel pur déposé en fines gouttelettes sur des rectangles de bristol (5 cm × 3 cm). Ceux-ci sont fixés à des fragments de folioles portant des galeries larvaires artificielles réalisées de la manière suivante : on écrase le limbe d'une foliole, à l'aide d'un cylindre de 5 mm de diamètre en aluminium, par un mouvement de va-et-vient sur une longueur de 1 cm environ. Ensuite on effectue une courte incision sur l'épiderme supérieur, perpendiculairement à l'axe de la nervure centrale de la foliole ; à l'aide d'une pince souple, on soulève l'épiderme supérieur puis on introduit une larve saine de 4^e stade. La galerie artificielle est fermée par un morceau de bande adhésive. La larve continue à s'alimenter en faisant sa propre galerie. On présente ainsi un fragment de foliole avec une galerie qui mesure au moins 1 cm de long. On dispose un trombone à chaque extrémité du fragment de foliole pour éviter l'enroulement de celui-ci.

Dans chaque tube, une galerie larvaire artificielle et une plaquette de gouttelettes de miel pur sont présentées aux parasites et sont changées tous les deux jours. Le fragment de foliole est ensuite conservé pendant une dizaine de jours avant d'être examiné par dissection de la galerie pour savoir si la larve de *Coelaenomenodera* a été parasitée ou non.

b) Dans les conditions semi-naturelles.

L'élevage s'effectue dans des manchons de mousseline à mailles très fines (1,50 m de long, 1,10 m de

diamètre) ; celui-ci est tendu sur une armature métallique composée de deux cerceaux en fer galvanisé. Ces derniers sont fixés au rachis d'une palme saine au moyen d'une tringle en contreplaqué de 5 mm d'épaisseur et deux écrous. A l'intérieur de ce manchon, on introduit plusieurs centaines d'adultes de *Coelaenomenodera* (deux fois plus de femelles que de mâles). On les retire quand la ponte est suffisante ou, au plus tard, une semaine après la date du lâcher. Lorsque l'on y trouve, environ 2 mois plus tard, un nombre convenable de grosses larves, on effectue un lâcher de parasites. Du miel pur est disposé en gouttelettes sur un rectangle de bristol (30 cm × 10 cm) qui est fixé sur une foliole dans le manchon où est fait le lâcher de parasites. La nourriture est changée tous les 2 ou 3 jours. La palme est coupée 18 à 20 jours après la date du lâcher de parasites.

4. — Résultats obtenus.

a) Au laboratoire

Après essais, les conditions optimales de l'élevage se sont avérées être les suivantes :

température : 26 °C,
luminosité : 1 500 lux,
humidité : 85 p. 100 ± 5.

La fécondité des individus reçus, comme celle obtenue au cours des 5 premières générations, est indiquée dans le tableau I.

Il apparaît que l'adaptation de *P. parvulus* à ses nouveaux hôtes, animal et végétal, a été très délicate. Par la suite la fécondité s'est améliorée et est restée à peu près stable au cours des générations ultérieures. On a remarqué que la descendance des individus reçus et accouplés était presque uniquement constituée par des femelles, alors que les femelles vierges n'ont donné aucune descendance. Toutes les générations ultérieures ont donc été obtenues par parthénogenèse thélytoque. Lorsque *P. parvulus* avait été introduit aux îles Fidji et aux Nouvelles-Hébrides il avait conservé sa reproduction sexuée normale, les femelles vierges donnant cependant une descendance en grande majorité femelle [Taylor, 1937]. La parthénogenèse thélytoque, obligatoire sur *Coelaenomenodera*, est donc le résultat d'une mauvaise adaptation du parasite à son nouvel hôte.

TABLEAU I. — Descendance de *P. parvulus* sur *Coelaenomenodera*
(Progeny of *P. parvulus* on *Coelaenomenodera*)

Générations	Adultes reçus (Adults received)	1	2	3	4	5
Pourcentage moyen de larves parasitées (Mean p. 100 larvae parasited)	0,55	13,5	14	19,4	14,5	29,7
Nbre moyen de descendants femelles (Mean N° of female descendants)	0,2	5,4	5,2	9,9	4,5	14,9

b) En conditions semi-naturelles.

Sur des galeries naturelles les résultats obtenus ont été moins bons encore en moyenne et plus irréguliers. Avec 14 p. 100 de parasitisme sur larves de 3^e stade, 23 p. 100 sur larves de 4^e stade et 2 p. 100 sur nymphe, c'est le meilleur résultat qui ait pu être obtenu,

les 2 premiers stades n'ayant jamais été parasités.

5. — Données biologiques.

Les résultats obtenus en élevage sur *Coelaenomenodera* par rapport à ceux recueillis avec *P. opacicollis* sont résumés dans le tableau II.

TABLEAU II. — Comportement de (*Performance of*) *P. parvulus*

Hôtes (<i>Hosts</i>)	<i>P. opacicornis</i>	<i>Coelaenomenodera</i>	
Durée de vie des ♀ à 26 °C (<i>Life of ♀ at 26 °C</i>)	6 semaines (<i>Weeks</i>) 21-61 j (d)	32 j (d) 2-64 j (d)	
Nbre de parasites/hôte (<i>N° of parasites/host</i>)	Petites larves (<i>Small larvae</i>) 14 ± 3	0	
	Grandes larves (<i>Large larvae</i>) 25 ± 2	6 ± 1	
Longueur des femelles de parasite (<i>Length of parasite females</i>)	1-1,32 mm.....	47 p. 100	88 p. 100
	1,34-1,66 mm.....	53 p. 100	12 p. 100
Période de préoviposition (<i>Pre-oviposition period</i>)	1 à 3 j (d)	6 à 9 j (d)	
Période de postoviposition (<i>Post-oviposition period</i>)	3 à 5 j (d)	2 à 26 j (d)	
Durée du cycle (<i>Length of cycle</i>)	(26 °C) 21,6 ± 1 j (d)	(25 °C) 20-24 j (d)	

L'examen de ce tableau montre que *P. parvulus*, en dehors du phénomène de parthénogenèse obligatoire, est beaucoup moins bien adapté à *Coelaenomenodera* qu'à *Promecotheca* : la durée de vie en élevage est beaucoup plus irrégulière et en moyenne sensiblement plus courte ; bien qu'une larve âgée de *Coelaenomenodera* soit plus grosse qu'une jeune larve de *Promecotheca* le nombre d'individus par hôte est plus de 2 fois plus important avec cette dernière espèce ; malgré un nombre beaucoup plus grand d'individus par hôte, les femelles de parasites obtenues sont nettement plus grandes lorsqu'elles sont issues de *Promecotheca*. Enfin, avec son hôte d'origine, la période de préoviposition est beaucoup plus courte, le rythme de ponte (qui ne figure pas dans ce tableau) beaucoup plus régulier et la période de post-oviposition plus courte, ce qui est normal.

6. — Essais de lâchers dans les palmeraies.

Malgré un très petit nombre d'individus lâchés en août 1970 une première adaptation a pu être observée dans la palmeraie expérimentale de la station de La Mé malgré un taux de parasitisme resté très faible : il n'a en effet été dénombré que 6 p. 100 d'individus parasités (81 sur 1 350). Ces hôtes n'étaient constitués que par des larves de dernier stade et des nymphes. Bien qu'à un niveau très faible, le parasite a pu être repéré pendant 3 générations du ravageur (9 mois), puis il est devenu très rare. En 1973, plus de 500 adultes ont été lâchés dans le même biotope, à la suite de quoi on n'a retrouvé que quelques larves parasitées. En 1974, environ 7 000 adultes ont été à nouveau libérés sur plusieurs petites plantations, sans plus de succès. En 1978 enfin, on a retrouvé sa trace sur la station de La Mé. Si donc ce parasite arrive à se maintenir dans les plantations il n'a aucune incidence sur la dynamique des populations de *Coelaenomenodera*.

III. — PARASITES ORIGINAIRES DE COLOMBIE

Il a été repéré en Colombie 4 espèces différentes de *Hispoleptis*, hispine dont la biologie est voisine de celle de *Coelaenomenodera*. L'une d'entre elles, *H. subfasciata* qui a parmi ses hôtes végétaux le palmier à

huile *Elaeis guineensis*, a été plus particulièrement étudiée [Desmier de Chenon, 1973].

1. — Biologie sommaire de *Hispoleptis*.

Le cycle complet de développement est un peu plus long que celui de *Coelaenomenodera* (109 jours contre 93). Les larves de *Hispoleptis* sont nettement plus grandes : c'est ainsi qu'une larve de 1^{er} stade mesure de 1,4 à 2,5 mm (0,8 à 1,5 pour *Coelaenomenodera*), alors que la larve de dernier stade a de 6,4 à 9,5 mm (contre 3,2 à 6,8).

Au stade œuf on observe 2 parasites : un Eulophidae et un Encyrtidae, alors que 4 espèces de parasites s'attaquent aux larves : *Bracon* sp. ectoparasite des L2-L3 et L4, *Tetrastichus* sp. ectoparasite de tous les stades larvaires, un Cryptinae endoparasite de L4 et un *Brachymeria* endoparasite de prénymphé. Enfin 2 espèces de *Spilochalcis* sont endoparasites de nymphe.

2. — Comportement des deux principaux parasites dans leur biotope d'origine.

Bracon sp.

L'adulte de couleur orangée possède de longues antennes de 28 articles, la femelle mesure 2,8 mm sans la tarière. Les œufs sont déposés dans la galerie de l'hôte et les larves, au nombre de 2 à 5, se fixent au corps de *Hispoleptis*. La nymphose s'effectue dans un cocon. Le cycle de développement varie de 36 à 46 jours. Les adultes se nourrissent fréquemment sur les fleurs d'une malvacée. Le pourcentage de larves d'*Hispoleptis* parasitées peut atteindre 40.

Tetrastichus sp.

Moins fréquent que le précédent, on a pu observer par endroit un taux de parasitisme atteignant 50 p. 100 aussi bien sur des jeunes stades que sur des larves âgées. Sur une larve de 3^e stade peuvent se fixer une quinzaine de larves en moyenne. La nymphose dure un peu moins d'une semaine.

Compte tenu de sa grande taille et de la longueur de son développement, *Bracon* sp. était *a priori* peu intéressant pour une éventuelle adaptation à *Coelaenomenodera*. Pour les raisons inverses le *Tetrastichus* était plus intéressant. Ces 2 espèces ont été introduites en Côte-d'Ivoire.

3. — Introduction des parasites.

Bracon sp.

Quelques centaines de parasites seulement, en un seul envoi, ont été expédiés. Les insectes ont été mis en élevage dans différentes enceintes et à des intensités lumineuses variables. Dans les tubes de verre la durée de vie des adultes a été faible (moins d'une semaine) alors qu'ils ont vécu beaucoup plus longtemps dans de grandes enceintes (32 jours en moyenne). Le pourcentage de larves parasitées a été très faible (5 p. 100) et la plupart des larves de parasites sont mortes avant leur complet développement. Il n'a ainsi pas été possible de maintenir une souche au laboratoire.

Tetrastichus sp.

Comme pour le parasite précédent il n'a été reçu qu'un lot de quelques centaines d'individus. Les adultes ont été mis en ponte dans des tubes de verre à des intensités lumineuses différentes et nourris soit avec du miel pur, soit avec du miel dilué. Dans tous les cas la durée de vie des femelles a été très courte (6,4 jours en moyenne : 2 à 15 jours). Le taux de parasitisme a été très faible (3 p. 100) et la première génération n'a pu être constituée que par 4 couples qui sont morts sans descendance. La durée du cycle de développement a été de l'ordre de 21 jours.

IV. — PARASITES ORIGINAIRES DE MALAISIE

Fin 1974/début 1975 une mission a été réalisée en Malaisie et en Indonésie pour étudier le complexe parasitaire de *Promecotheca cuningi* Baly et les possibilités d'introduction des parasites les plus intéressants.

1. — Biologie de *Promecotheca*.

Très largement distribué en Malaisie, Indonésie et aux Philippines, les plantes-hôtes d'origine sont *Areca catechu* et surtout *Nipa fructicans*. Il s'est adapté secondairement au palmier à huile et surtout au cocotier sur lequel il peut occasionner des dégâts importants.

L'étude du complexe parasitaire a été faite dans le Nord-Ouest de la Malaisie (province de Wellesley) et sur le palmier *Nipa*. Les principaux parasites rencontrés sont les suivants : au niveau des œufs, on trouve *Achrysocharis promecothecae*, Ferr., sur larves : *Sympiesis javanica*, Ferr. et *Cotterellia nitifrons*, Boucek ; sur nymphes : *Pediobius parvulus*, Ferr. ainsi que *C. nitifrons*.

Bien que *P. parvulus* ait déjà fait l'objet d'une introduction depuis le Pacifique il était intéressant de tester le comportement de la souche malaise à l'égard de *Coelaenomenodera*. *S. javanica* a également été introduit.

2. — Biologie des parasites.

S. javanica [Ferrière, 1933].

Ce parasite avait préalablement été introduit aux Fidji pour lutter contre *P. reichei* [Taylor, 1937]. D'après cet auteur, la femelle, dans les conditions de

laboratoire, visite préférentiellement les galeries de 2 cm et plus. Avant de pondre, le parasite immobilise la larve de l'hôte en la piquant à l'aide de sa tarière. Sur la surface de la foliole perle une goutte d'hémolymphe dont elle se nourrit. Les œufs sont pondus dans la galerie et les larves vont se fixer sur le corps de l'hôte. La nymphose se fait dans la galerie, la nymphe est fixée par un filament. La durée du cycle est d'un peu plus de 2 semaines.

P. parvulus.

Contrairement au comportement de *P. parvulus* à l'égard de *Promecotheca reichei*, le parasite ne s'attaque en Malaisie qu'aux larves des 2 derniers stades et aux nymphes. Il est surtout actif aux heures les plus chaudes et au maximum d'ensoleillement. Sur le palmier *Nipa* l'adulte s'alimente sur les sécrétions de cochenilles, et il a été observé se nourrissant du nectar des fleurs de cocotier. Le nombre d'œufs pondus varie, avec la taille de l'hôte, de 30 à 60. La durée totale du cycle est d'une vingtaine de jours.

3. — Introduction en Côte-d'Ivoire.

S. javanica.

Près de 8 000 individus ont été expédiés en 18 envois. Grâce à cet important matériel il a été possible de mettre en place un grand nombre d'essais d'élevage selon la technique précédemment décrite.

A 26 °C, 85 p. 100 d'humidité relative, avec une luminosité de 2 500 lux, une alimentation à base de miel pur et en présence de substrat de ponte, les adultes issus de l'élevage sur des larves de *Coelaenomenodera* ont une longévité légèrement supérieure (25 à 28 jours à la 15^e génération) à celle de la souche Malaise (18 à 22 jours). Les femelles ne piquent pas systématiquement les larves pour se nourrir de leur hémolymphe comme cela se produisait dans les conditions naturelles. Les femelles commencent à pondre 2 à 4 jours après la mue imaginaire. Elles peuvent avoir des pontes successives ou interrompues pendant 2 à 6 jours. La période de post-oviposition est assez variable (1 à 16 jours). Taylor avance des chiffres un peu différents. A 26 °C on a observé un léger allongement de la durée de développement de la 1^{re} génération (15,6 jours pour les femelles) à la 15^e génération (17,4 jours).

Avec des larves de 4^e stade comme hôte, la fécondité apparente (nombre moyen d'adultes vivants obtenus par femelle) est de 11,7 avec un pourcentage de parasitisme de 73,5 p. 100 (3 femelles et 1 mâle par enceinte d'élevage). Ces chiffres diminuent sensiblement lorsqu'on augmente le nombre de parasites (2 mâles et 4 femelles), ils tombent à 4 et 54,7 p. 100. Une surpopulation entraîne donc une diminution de la fécondité et probablement un superparasitisme qui entraîne la mortalité de bon nombre de parasites.

Lorsque l'on présente aux femelles de *S. javanica* des petites larves (L2 ou L3) de *Coelaenomenodera*, leur fécondité se révèle très faible, surtout si ces petites larves se trouvent dans des galeries naturelles (Tabl. III). En effet, les femelles n'ont pas attaqué des galeries larvaires naturelles dont la surface était inférieure à 50 mm².

Les petites larves parasitées dans les galeries artificielles ou naturelles meurent très rapidement, ce

TABLEAU III. — Taux de parasitisme en fonction du mode de présentation des larves de l'hôte
(Rate of parasitism in function of mode of presentation of host larvae)

	Petites larves (Small larvae) (L2 ou (or) L3)	
	galerie artificielle (artificial burrow)	galerie naturelle (natural burrow)
● 26 °C ● 85 p. 100 humidité relative (Relative humidity) ● 4 500 lux		
P. 100 parasitisme (parasitism)	27,1	2,7
Nbre moyen de parasites adultes vivants par femelle mise en élevage (nbre de femelles étudiées) (Mean N° of living adult parasites per breeding female [N° of studied females])	0,65 (avec 40 femelles) (with 40 females)	0,05 (avec 40 femelles) (with 40 females)
Sex-ratio des descendants (of progenies)	0,42	0

qui entraîne, par voie de conséquence, la mort des larves de parasite. Les larves du 2^e stade parasitées n'ont donné naissance qu'à des mâles alors que sur larves du 3^e stade, le sex-ratio des descendants de *S. javanica* est à peu près équivalent à celui obtenu sur larves de 4^e stade de *Coelaenomenodera*.

Avec des larves de 4^e stade de l'hôte, une femelle âgée de 4 jours au moment de la mise en élevage pond en moyenne 21 œufs (3 à 46). Si la femelle n'est mise en ponte que 2 semaines après la mue imaginale, la

fécondité chute sensiblement : 10 œufs (1 à 19).

A âge égal au moment de la mise en élevage, des femelles de petite taille pondent moins que les plus grandes et on note une légère augmentation du potentiel reproducteur chez les femelles de grande et moyenne tailles au cours des générations successives sur larves de *Coelaenomenodera* par rapport à celui des femelles de la souche sauvage ce qui montre que *S. javanica* s'est bien adapté à son nouvel hôte au laboratoire (Tabl. IV).

TABLEAU IV. — Fécondité de *S. javanica* selon la taille des femelles
(Fertility of *S. javanica* according to size of females)

	Fécondité réelle moyenne (Average real fertility)	
	Souche sauvage (Wild strain)	5 premières (1st 5) générations
● 26 °C ● 85 p. 100 humidité relative (relative humidity) ● 2 500 lux ● 1 galerie artificielle avec 1 grande larve (1 artificial burrow with 1 large larva)		
Grandes femelles (Large females)	18	27
Moyennes femelles (Medium females)	15	18
Petites femelles (Small females)	14	14

Production d'adultes en vue de lâchers dans les plantations.

De façon à réduire la forte mortalité des parasites, observée au cours du développement dans les conditions d'élevage, on a utilisé la technique suivante qui a permis d'obtenir un grand nombre d'individus pour réaliser des lâchers. Dès que les femelles ont pondu dans les galeries on prélève les œufs du parasite que l'on transplante sur le corps des larves de l'hôte à raison de 6 œufs par larve de dernier stade. Avec cette technique on a obtenu 45 p. 100 \pm 10 d'adultes vivants. Des essais infructueux de transplantation d'œufs ont été faits sur des larves d'*Anagasta kuehniella*, insecte que l'on peut élever facilement au laboratoire.

Avant d'effectuer des lâchers en plantation on a étudié le comportement des adultes dans des conditions semi-naturelles en introduisant des parasites dans un grand manchon de mousseline recouvrant une palme bien infestée par des larves de *Coelaenomenodera* de tous stades. Sur un total de 1 300 larves examinées et après avoir libéré 230 adultes de parasites (sex-ratio : 0,74), 3 larves seulement de dernier stade ont été parasitées. Ce résultat confirmait celui obtenu au laboratoire, à savoir que les larves de l'hôte lorsqu'elles se trouvent dans leur galerie « naturelle » ne sont que très faiblement attaquées par le parasite.

Près de 10 000 parasites ont néanmoins été lâchés, par lots de 100 à 1 000 dans des plantations de différentes tailles, et en période sèche comme en début de saison des pluies. Malgré de très nombreux contrôles il n'a été possible de retrouver aucune larve parasitée par *S. javanica*.

Pediobius parvulus.

Grâce à 7 envois, il a été reçu quelque 1 800 adultes en Côte-d'Ivoire. Comme pour la souche des Nouvelles-Hébrides la descendance des adultes reçus a été très faible (0,2 à 0,4 p. 100 de parasitisme et au maximum 0,2 descendant par femelle) et uniquement composée de femelles. Au bout de la 2^e génération on obtenait une descendance plus importante, les meilleurs résultats étant obtenus avec une forte luminosité de 4 500 lux (10,5 descendants par femelle).

Les premiers lâchers de femelles parthénogénétiques, réalisés dans de grands manchons recouvrant des palmes, ont confirmé les résultats antérieurs à savoir un très faible taux de parasitisme (2 p. 100) et par conséquent une descendance très réduite (0,5 individu par femelle).

Malgré des lâchers successifs de plusieurs lots de 100 à 700 femelles dans plusieurs plantations, représentant un total de 4 000 individus libérés, la trace du parasite n'a pu être retrouvée.

V. — CONCLUSION

Pediobius parvulus, Eulophide originaire des Nouvelles-Hébrides, fut introduit en Côte-d'Ivoire à partir de 1970. Dans son aire d'origine, il parasite tous les stades larvaires de *Promecotheca opacicollis*, ennemi du cocotier. Il a pu être élevé avec succès au laboratoire sur des larves de dernier stade de *Coelaenomenodera*. Les premiers lâchers dans la palmeraie de La Mé, bien qu'en très faible nombre, avaient permis de retrouver ce parasite en abondance, ce qui laissait supposer une adaptation. Cependant, au cours des générations successives, la population de ce parasite a régressé jusqu'à un très bas niveau. Au cours des années suivantes, on a lâché plusieurs milliers de parasites sans succès, bien que l'on ait retrouvé quelques individus dans des biotopes bien déterminés durant de courtes périodes. Toutefois, dans le courant de l'année 1979, on a pu trouver quelques larves du ravageur attaquées par ce parasite. Mais le taux de parasitisme reste très faible dans la nature. Même si ce parasite a pu se maintenir dans les conditions naturelles de Côte-d'Ivoire, il subit une importante concurrence de la part de *P. setigerus* et *S. aburiana*, parasites locaux, qui s'attaquent surtout aux larves âgées de *Coelaenomenodera*. L'efficacité de *P. parvulus* est pourtant restée remarquable lors de son introduction successive aux îles Fidji, puis aux Nouvelles-Hébrides à partir de Java ; mais elle est devenue presque nulle une fois qu'il a été importé en Côte-d'Ivoire. Ce fait pourrait résulter de deux phénomènes : les larves de *Coelaenomenodera* sont nettement plus petites que celles de *Promecotheca*, ainsi *P. parvulus* acquiert un spectre parasitaire beaucoup plus étroit en ne s'attaquant qu'aux larves de dernier stade de *Coelaenomenodera*, d'où compétition directe avec les parasites locaux mieux adaptés aux conditions locales. En outre, il se reproduit par parthénogenèse thélytoque

ce qui, à la longue par l'absence de recombinaison génétique, limite le succès évolutif de l'espèce.

Bracon sp. et *Tetrastichus* sp., parasites de tous les stades larvaires d'*Hispoteptis*, ennemis du cocotier et du palmier à huile en Colombie, furent introduits en 1973-74. Leur élevage s'est révélé très délicat car on n'a obtenu qu'une faible descendance. Les premières générations de parasites sur larves de *Coelaenomenodera* n'ont pas continué à pondre. Aucun lâcher de ces deux parasites n'a donc été réalisé.

Pediobius parvulus et *Sympiesis javanica*, parasites de *Promecotheca cumingi* se développant sur un palmier sauvage (*Nipa fruticans*), introduits en 1974-75, sont facilement élevés au laboratoire sur larves de dernier stade de *Coelaenomenodera*. Les élevages de masse mis en place ont permis de libérer dans des plantations industrielles et villageoises environ dix mille *S. javanica* adultes et de l'ordre de quatre mille individus de *P. parvulus*. Malgré l'importance numérique de ces lâchers, aucune larve de *Coelaenomenodera* n'a été retrouvée parasitée par l'une ou l'autre de ces deux espèces.

Tous les hôtes des parasites introduits ont en commun leur taille qui est deux fois plus importante que celle de *Coelaenomenodera* et il n'y a pas de doute que la taille de l'hôte joue un rôle important dans le comportement du parasite comme on a pu le voir dans les conditions d'élevage. L'hôte végétal a pu jouer également un rôle dans l'inadaptation des parasites introduits.

Par la suite on s'est attaché à rechercher un hispide ayant une taille identique à celle du *Coelaenomenodera* Ouest Africain et possédant, parmi ses ennemis naturels, un parasite larvaire ayant un large spectre d'activité. Ces nouvelles recherches seront exposées dans une prochaine étude.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] COCHEREAU D. (1970). — Recherche aux Nouvelles-Hébrides de *Bleurotropis parvulus* Ferr. (Hym-Eulophidae) parasite de *Promecotheca opacicollis* Gestro (Coleoptera, Hispinae) et expédition en Côte-d'Ivoire. Rapport ORSTOM, centre de Nouméa, p. 30-44.
- [2] DESMIER de CHENON R. (1973). — Mission entomologique en Colombie et Equateur : Etude d'*Hispoteptis* et ses parasites. Rapport INRA, Station de Zoologie de Versailles (66 p. et planches photographiques, ronéotypé).
- [3] FERRIERE C. (1933). — Chalcidoid and Proctotrupoid Parasites of Pests of the coconut palm. *Stylops*, II, p. 86-108.
- [4] LODS G. et DUPERTUIS C.B. (1939). — Note sur la lutte contre la « Mouche du Cocotier » aux Nouvelles-Hébrides. Rapport du Service de l'Agriculture de Port-Vila, 18 p. (non publié).
- [5] MARIAU D. et MORIN J. P. (1971). — La biologie de *Coelaenomenodera elaeidis* Mlk. II. — Description et biologie des principaux parasites. *Oléagineux*, 26, 2, p. 83-88.
- [6] MARIAU D. et MORIN J. P. (1972). — La biologie de *Coelaenomenodera elaeidis* Mlk. IV. — La dynamique des populations du ravageur et de ses parasites. *Oléagineux*, 27, 10, p. 469-474.
- [7] MARIAU D., PHILIPPE R. et LECOUSTRE R. (1978). — Les parasites larvaires de *Coelaenomenodera elaeidis* Mlk, Hispine du palmier à huile en Afrique occidentale. Introduction à une méthode de lutte biologique. *Oléagineux*, 33, 4, p. 153-160.
- [8] TAYLOR T. H. C. (1937). — The biological control of an insect in Fidji. The imperial Institute of Entomology, London, 239 p., 23 tabl.

SUMMARY

Contribution to the biological control of *Coelaenomenodera* : Introduction to the Ivory Coast of parasites of *Hispinae* larvae.

R. PHILIPPE, R. DESMIER de CHENON, R. LECOUSTRE and D. MARIAU, *Oléagineux*, 1979, **34**, n° 6, p. 271-279.

When *Coelaenomenodera*, the worst enemy of oil palm in West Africa, enters into a phase of intensive multiplication, its well-marked generations no longer overlap and this reduces the efficiency of its larval parasites to a considerable extent, the more so in that the young larvae (1st and 2nd stage), are very little parasited if at all. An attempt was therefore made to fill this gap in the pest's parasite complex by introducing various parasites of *Hispinae* which attack oil palm or coconut. Thus, as a result of several missions parasites were imported from the New Hebrides (*Pediobius parvulus* Ferr.), Colombia (*Bracon* sp. and *Tetrastichus* sp.), and Malaysia (*Pediobius parvulus* Ferr. and *Sympiesis javanica* Ferr.). The breeding of such parasites in the laboratory is more or less easy according to the species. Releasing them in different palm plantations has led to the installation of *Pediobius parvulus* only (New Hebrides strain), but the population of this species is still very small and its role in limiting foci of *Coelaenomenodera* swarming is consequently nil ; as it only attacks the later larval stages of the pest, it is in direct competition with the local larval parasites, which have the advantage of being better adapted to the climate.

RESUMEN

Contribución en la puesta a punto de una lucha biológica contra *Coelaenomenodera* : Introducción en Costa de Marfil de parásitos larvales de hispines.

R. PHILIPPE, R. DESMIER de CHENON, R. LECOUSTRE y D. MARIAU, *Oléagineux*, 1979, **34**, n° 6, p. 271-279.

Cuando *Coelaenomenodera*, que es el mayor enemigo de la palma aceitera en el África occidental, está iniciando una fase de multiplicación intensiva, sus generaciones que se diferencian muy nítidamente dejan de recubrirse, lo cual trae una disminución acentuada de la eficacia de sus parásitos larvales, tanto más cuanto que las larvas jóvenes de 1^{er} y 2^{do} estados casi no tienen parasitismo, o no tienen ninguno. Por lo tanto, se trató de compensar este defecto en el complejo parasitario de esta plaga, introduciendo parásitos de diferentes especies de *Hispines* que atacan las palmas o los cocoteros. Así es como a continuación de varias misiones, se importaron parásitos de Nuevas Hébridas (*Pediobius parvulus* Ferr.), Colombia (*Bracon* sp. y *Tetrastichus* sp.), Malasia (*Pediobius parvulus* Ferr. y *Sympiesis javanica* Ferr.). Es más o menos fácil, según las especies, la cría de estos parásitos en el laboratorio. Las sueltas en diversos palmerales no permitieron sino la instalación de *Pediobius parvulus* (variedad de Nuevas Hébridas), pero la población de éste sigue muy escasa y por lo tanto no sirve en absoluto para limitar los focos de pululación de *Coelaenomenodera* ; puesto que sólo ataca las larvas viejas de la plaga, compete directamente con los parásitos larvales locales, que además están mejor adaptados a las condiciones climáticas.

Contribution to the biological control of *Coelaenomenodera* :

Introduction to the Ivory Coast of parasites of *Hispinae* larvae

R. PHILIPPE (1), R. DESMIER de CHENON (1), R. LECOUSTRE (1), and D. MARIAU (2)

I. — INTRODUCTION

The hispid *Coelaenomenodera elaeidis*, whose larvae burrow into the lamina of the leaflets, is the worst enemy of the oil palm in West Africa.

When the palms suffer a very severe attack by this insect, defoliation can be as much as 80-90 p. 100 of the leaf surface. The consequence is a big drop in yield, estimated at about 50 p. 100 in the two years following the attack. From 8-10 years onwards, the palms are liable to frequent swarmings, against which it is necessary to act with chemical insecticides.

Furthermore, the study of the pest's biology [Mariau and Morin, 1972] has shown that when swarming its successive generations do not overlap, so that its biological cycles are discontinuous, which is unfavourable to the development of local larva parasites. There are four of the latter, and it is only the older larvae of *Coelaenomenodera* which they attack effectively [Mariau and Morin 1971 ; Mariau, Philippe and Lecoustre, 1978]. Consequently, there is a big gap in the pest's parasite complex, the young larval stages being scarcely parasited at all.

It was thought that the introduction of a new parasite with a wide spectrum of activity and good adaptation to young *Coelaenomenodera* larvae would be of interest in the working out of a means of biological control, and thus make it possible to limit pesticide treatments. Several missions were made to countries where various *Hispinae* species attacking palms exist, with a view to studying their parasites and introducing the more interesting species into the Ivory Coast.

II. — PARASITE FROM THE NEW HEBRIDES

Pediobius (*Pleurotropis*) *parvulus*, Ferr. (*Hymenoptera-Eulophidae*) [Ferrière, 1933] is a parasite of all the larval stages of *Promecotheca nuciferae* Maulik. (*Coleoptera-Hispinae*), a pest of the oil palm in Java where it is widely distributed in very different climatic zones.

It was introduced successively into the Fiji Islands to

combat a neighbouring species, also a coconut pest : *P. reichei* Baly [Taylor, 1957], then into the New Hebrides to control another species of the same genus *Hispinae* : *P. opacicollis* Gestro. [Lods and Dupertuis, 1939]. As both introductions were crowned with success, it was decided, to introduce this parasite from Fiji, then from the New Hebrides, into the Ivory Coast, although it was known from the start that the insect to be controlled was fairly different morphologically and also lived on a different host plant. A mission therefore went to the New Hebrides in 1970 [Coherau, 1970].

1. — Ecology and behaviour of *P. parvulus*.

According to Taylor, this parasite was found in forests as well as in cleared areas, and its distribution in altitude runs from the seaboard to about 1 200 m above sea level.

It attacks *P. nuciferae*, *Gonophora xanthomelana* (enemy of the banana tree and *Zingiberaceae*) and *G. taylori* in Java. But it is not interested in the hispids which tunnel into bamboos, rice and other grasses.

2. — Biology of *P. parvulus* on *P. reichei*.

It is a primary internal parasite, and never a secondary one. It attacks the larval stages, the pre-pupae and pupae. Its females lay their eggs in the the hemoecolic cavity of the host's body, their ovipositor being driven through the roof of the larval burrow and the host's integument in one thrust. The number of eggs laid depends on the size of the host. The internal larvae develop in four stages, growth being relatively rapid. Pupation takes place within the remains of the host.

3. — Method of breeding.

From May 1970 to July 1971 more than 3 700 parasites in the pupal stage, originating from the New Hebrides, were sent to the Ivory Coast.

a) In the laboratory

The method of breeding worked out by Taylor in Fiji was resumed and adapted to *Coelaenomenodera*.

Glass tubes, Ø 4 cm, L 18 cm, closed at each end with two pieces of finely woven muslin, are used.

The insects are fed on pure honey sprinkled in fine droplets on rectangles of card (5 cm × 3 cm). These are fixed to fragments of leaflet in which artificial larval burrows have been made as

(1) Entomology Service, I. R. H. O. Station, La Me, B. P. 13, Bingerville (Ivory Coast).

(2) Director of Entomology Department, Marc-Delorme Coconut Station, 07 B. P. 13, Abidjan 07 (Ivory Coast).

follows: the lamina of a leaflet is crushed with an aluminium cylinder 5 mm in diameter, rolled up and down for about 1 cm. A short incision is then made in the upper epidermis, perpendicular to the central rib of the leaflet; the epidermis is lifted with a flexible tweezers and a healthy, 4th-stage larva introduced. The artificial burrow is closed with a piece of sticky tape. The larva continues to feed, making its own burrow. We thus have a fragment of leaflet with a burrow at least 1 cm long. A paper-clip is fixed over each end of the fragment to keep it from rolling up.

In each tube, an artificial larva burrow and a card of pure honey drops are presented to the parasites, and changed every two days. The piece of leaflet is then kept for about 10 days before the burrow is dissected to find out if the *Coelaenomenodera* larva has been parasited.

b) In semi-natural conditions.

Breeding takes place in very finely-woven muslin sleeves (1.50 m long, diameter 1.10 m); the muslin is stretched over a metal frame composed of two galvanized iron hoops, which are themselves fixed to the leaf stalk of a healthy palm by means of a lath of plywood 5 mm thick and two bolts. Within this sleeve several hundred adult *Coelaenomenodera* are released (twice as many females as males). They are withdrawn as soon as they have laid sufficiently, or at latest one week after they have been introduced. When, about two months later, there is found to be a reasonable number of large larvae, parasites are released in the sleeve; rectangles of card (30 cm × 10 cm) covered in pure honey drops are attached to a leaflet inside the sleeve. The food is changed every two or three days. The frond is cut 18-20 days after the parasites were freed.

4. — Results obtained.

a) In the laboratory.

After trial, the optimum breeding conditions proved to be the following:

temperature: 26 °C,
light: 1 500 lux,
humidity: 85 p. 100 ± 5.

The fertility of the individuals received and that of the first 5 generations is given in Table I.

It is apparent that the adaptation of *P. parvulus* to its new hosts, animal and vegetable, has been very difficult. Fertility improved later and remained more or less stable during following generations. It was noted that the progeny of individuals received and mated was almost invariably female, whilst the virgin females had no descendants. All later generations were therefore obtained by thelytokic parthenogenesis. When *P. parvulus* was introduced into Fiji and the New Hebrides, it kept its normal sexed reproduction, although the virgin females gave progenies in the majority female [Taylor, 1937]. Thelytokic parthenogenesis, obligatory on *Coelaenomenodera*, is therefore the result of poor adaptation of the parasite to its new host.

b) In semi-natural conditions.

In the natural burrows the results obtained were even worse on an average, and more irregular. The best that could be done was 14 p. 100 parasitism on 3rd-stage larvae, 23 p. 100 on 4th-stage larvae, and 2 p. 100 on pupae; the first two larval stages never having been parasited.

5. — Biological data.

The results in breeding on *Coelaenomenodera* compared to those obtained with *P. opacicollis* are summarized in Table II.

An examination of this table shows that, apart from imposed parthenogenesis, *P. parvulus* has adapted far less well to *Coelaenomenodera* than to *Promecotheca*; its lifetime in breeding is much more irregular and on the average appreciably shorter; although the older *Coelaenomenodera* larva is bigger than a young *Promecotheca* one, the number of individuals per host is almost twice as great on the latter. In spite of a much larger number of individuals per host, the female parasites are markedly larger when they come from *Promecotheca*. Finally, on its original host the pre-oviposition period is much shorter, the rhythm of laying (not shown in this table) much more regular, and the post-oviposition period shorter, which is normal.

6. — Trials of release in the palm plantations.

Although only a very small number of individuals was released in August 1970, the beginnings of adaptation were observed in the experimental palm plantation on the La Me Station, in spite of the fact that the rate of parasitism remained very small: there were only 6 p. 100 cases (81 out of 1 350). The hosts were exclusively last stage larvae and pupae. Albeit in very small numbers, it was possible to follow the parasite through 3 generations of the pest (9 months), then it became

very rare. In 1973 more than 500 adults were freed in the same biotope, but only a few parasited larvae were found afterwards. In 1974 about 7 000 adults were again released in a few small plantations, with no more success. Finally, in 1978, traces were found again on the La Me Station. Therefore, if this parasite manages to maintain itself in the plantations, it has no effect on the dynamic of the *Coelaenomenodera* populations.

III. — PARASITES FROM COLOMBIA

In Colombia 4 different species of *Hispoleptis* hispidus were located, their biology being similar to that of *Coelaenomenodera*. One of them, *H. subfasciata*, which has the oil palm *E. guineensis* amongst its plant hosts, has been the object of particular study [Desmier de Chenon, 1973].

1. — Outline of *Hispoleptis* biology.

The complete cycle is a little longer than that of *Coelaenomenodera* (109 days against 93). *Hispoleptis* larvae are much bigger: in the 1st stage 1.4-2.5 mm against 0.8-1.5 mm for *Coelaenomenodera*, 6.4-9.5 mm in the last stage instead of 3.2-6.8 mm.

Two parasites are found in the egg stage: a *Eulophidae* and an *Encyrtidae*, whereas four species attack the larvae: *Bracon* sp., ectoparasite of L2, L3 and L4, *Tetrastichus* sp., ectoparasite of all larval stages, a *Cryptinae*, endoparasite of L4 and a *Brachymeria*, endoparasite of the pre-pupa. Finally, 2 species of *Spilochactis* are endoparasites of the pupa.

2. — Behaviour of the two main parasites in their original biotope.

Bracon sp.

The orange-coloured adult has long antennae with 28 joints, the female measures 2.8 mm without the terebra. The eggs are deposited in the host's burrow, and the 2-5 larvae fix themselves to the *Hispoleptis* body. Pupation takes place in a cocoon. The development cycle varies from 36 to 46 days. The adults often feed on the flowers of a mallow. There can be up to 40 p. 100 *Hispoleptis* larvae parasited.

Tetrastichus sp.

Less frequent than the above, a rate of parasitism reaching 50 p. 100 was observed in some places, both on the young stages and on older larvae. An average of 15 larvae can fix themselves to one 3rd-stage pest larva. Pupation lasts a little less than a week.

Because of its large size and the length of its development cycle, *Bracon* sp. was not of great interest *a priori* for adaptation to *Coelaenomenodera*. For the opposite reasons *Tetrastichus* sp. was interesting. Both species were introduced into the Ivory Coast.

3. — Introduction of parasite.

Bracon sp.

Only a few hundred parasites were sent in one consignment. The insects were reared in different enclosures and with variable lighting. The adults did not live long in the glass tubes (less than a week), but lived much longer in large enclosures (average 32 days). The percentage of larvae parasited was very small (5 p. 100), and most of the parasite larvae died before completing their development cycle. It was therefore impossible to keep a strain in the laboratory.

Tetrastichus sp.

As with the above, only one lot of a few hundred individuals was received. The adults were put to lay in glass tubes at various light intensities, and fed with either pure or diluted honey. In all cases the females had a very short life (2-15 days, average 6.4). The rate of parasitism was low (3 p. 100) and the first generation was made up of only four couples, who died without issue. The development cycle lasted about 21 days.

IV. — PARASITES FROM MALAYSIA

At the end of 1974/beginning of 1975 a mission went to Malaysia and Indonesia to study the parasite complex of *Promecotheca cumingi* Baly and the possibility of introducing the more interesting parasites.

1. — Biology of *Promecotheca*.

Very wide-spread in Malaysia, Indonesia and the Philippines, the original host plants are *Areca catechu* and above all *Nipa fruticans*. The pest has adapted itself secondarily to oil palm, and even more to the coconut to which it can cause severe damage.

The parasite complex was studied in North-West Malaysia (Wellesley Province) and on the *Nipa* palm. The main parasites were as follows : on the eggs, *Achrysocharis promecothecae* Ferr. ; on larvae, *Sympiesis javanica* Ferr. and *Cotterellia nitifrons* Boucek ; on pupae, *Pediobius parvulus* Ferr. as well as *C. nitifrons*.

Although *P. parvulus* has already been introduced to the Ivory Coast from the Pacific, it was a good idea to test the behaviour of the Malaysian strain in the face of *Coelaenomenodera*. *S. javanica* was also introduced.

2. — Biology of the parasites.

S. javanica [Ferre, 1933].

This parasite had previously been introduced into Fiji to combat *P. reichei* [Taylor, 1937]. According to this author, in laboratory conditions the female prefers to visit burrows 2 cm long and over. Before laying it immobilizes the host larva by stinging it with its terebra. A bead of hemolymph forms on the leaflet, and the female feeds on this. She lays in the burrow and the larvae fix onto the body of the host. Pupation takes place in the burrow, the pupa being fixed by a filament. The cycle takes a little more than 2 weeks.

P. parvulus.

Contrary to its behaviour with *P. reichei*, in Malaysia this parasite only attacks the last two larval stages and the pupa. Its peak activity takes place during the hottest and sunniest hours. On the *Nipa* palm the adult feeds on the secretions of scales, and it has also been seen to feed on the nectar of coconut flowers. The number of eggs laid varies with the size of the host from 30 to 60. The whole cycle lasts about 20 days.

3. — Introduction into the Ivory Coast.

S. javanica.

Nearly 8 000 individuals were sent in 18 consignments. Thanks to this abundant supply of material, it was possible to set up numerous breeding trials using the method described above.

At 26 °C, 85 p. 100 relative humidity, a luminosity of 2 500 lux, food based on honey and a laying substrate, the adults bred on *Coelaenomenodera* larvae live slightly longer (25-28 days in the 15th generation) than those of the Malaysian strain (18-22 days). The females do not sting the larvae systematically to feed on their hemolymph as they do in natural conditions. They start laying 2-4 days after ecdysis. They can lay in batches or continuously for 2-6 days. The post-oviposition period is quite variable (1-16 days) ; Taylor advances slightly different figures. At 26 °C the development cycle lengthens a little from the 1st generation (15.6 days for the females) to the 15th (17.4 days).

With 4th stage larvae as host, the apparent fertility (mean number of living adults per female) is 11.7, with 73.5 p.100 parasitism (3 females and 1 male per breeding chamber). These figures are appreciably reduced when the number of parasites is increased (2 males and 4 females) and drop to 4 and 54.7 p. 100. So that overpopulation leads to diminished fertility and probably to a superparasitism causing the death of a large number of parasites.

When *S. javanica* females are presented with small *Coelaenomenodera* larvae (L2 or L3), their fertility is very low, especially if these small larvae are in natural burrows (Table III). Indeed, the females did not attack natural larval burrows less than 50 mm² in area.

The small larvae parasited in the natural or artificial burrows die very quickly, consequently the parasite larvae die as well. Only males were bred on the 2nd stage larvae parasited, whilst on the 3rd stage the sex ratio of *S. javanica* progenies is equal to that obtained on 4th stage *Coelaenomenodera*.

With 4th-stage host larvae, a 4-day-old female put to breed lays an average 21 eggs (3-46). If the female is not put to lay until 2 weeks after ecdysis, fertility drops noticeably : 10 eggs (1-19).

Put to breed at the same age, small females lay less than larger ones, and there is a slight increase in reproductive power in large and medium females in successive generations on *Coelaenomenodera* larvae compared to females of the wild strain, which shows that *S. javanica* has adapted well to its new host in the laboratory (Table IV).

Production of adults for release in the plantations.

To reduce the heavy parasite mortality during development in breeding conditions, the following technique was used to obtain a large number of individuals for release. As soon as the females have laid in the burrows the parasite eggs are transplanted onto host larvae at the rate of 6 eggs/last stage larva. With this method we obtained 45 p. 100 \pm 10 living

adults. Fruitless efforts were made to transplant eggs onto larvae of *Anagasta kuehniella*, an insect which can be reared very easily in the laboratory.

Before the releases in the plantation, the behaviour of the adults was studied in semi-natural conditions by introducing parasites into a large muslin sleeve covering a frond heavily infested by *Coelaenomenodera* at all stages. Out of a total of 1 500 larvae examined and after 230 adults parasites had been liberated (sex ratio : 0.74), only three last-stage larvae had been parasited. This confirmed the result obtained in the laboratory, i.e. that when the host larvae are in their 'natural' burrow they are very little attacked by the parasite. Nevertheless, nearly 10 000 parasites were freed by lots of 100 to 1 000 in plantations of different sizes, in dry periods as well as at the beginning of the rains. In spite of very numerous checks, no larva parasited by *S. javanica* could be found.

Pediobius parvulus.

Thanks to 7 consignments, 1 800 adults were received in the Ivory Coast. As for the New Hebrides strain, their progeny was very limited (0.2-0.4 p. 100 parasitism and a maximum of 0.2 descendants per female).

The first releases of parthenogenic females made in large sleeves covering fronds confirmed the previous results, i.e. a very low rate of parasitism (2 p. 100 and consequently a very small progeny (0.5 individuals per female)).

In spite of successive releases of lots of 100 to 700 females in several plantations, with a total of 4 000 individuals freed, no trace of the parasite could be found.

CONCLUSION

Pediobius parvulus, a *Eulophidae* originating in the New Hebrides, was introduced into the Ivory Coast from 1970 onwards. In its original zone it parasitizes all the larval stages of *Promecotheca opacicollis*, enemy of the coconut. It was reared with success in the laboratory on final-stage larvae of *Coelaenomenodera*. The first releases in the La Me oil palm plantation, made in very small numbers, led to this parasite being found in abundance, which suggests an adaptation. However, in the course of successive generations the parasite population regressed to a very low level. In the years which followed we released several thousand parasites without success, although a few individuals were found in specific biotopes for short periods. However, a few larvae of the pest attacked by this parasite were discovered. But the rate of parasitism remains very low in a natural state. Even if this parasite has been able to maintain itself in the natural conditions of the Ivory Coast, it suffers keen competition from *P. setigerus* and *S. aburiana*, local parasites which mainly attack the old larvae of *Coelaenomenodera*. Yet the effectiveness of *P. parvulus* remained high when it was introduced successively into Fiji and the New Hebrides from Java ; but it became practically nil once introduced into the Ivory Coast. This could be due to two things : *Coelaenomenodera* larvae are much smaller than those of *Promecotheca*, so that the parasite spectrum of *P. parvulus* becomes much narrower and it only attacks final-stage *Coelaenomenodera* larvae, hence competes directly with local parasites better adapted to the environment. Furthermore, it reproduces by thelytokic parthenogenesis, and the lack of genetic recombination ends by limiting the evolutionary success of the species.

Bracon sp. and *Tetrastichus* sp., parasites of all larval stages of *Hispoleptis*, coconut and oil palm pest in Colombia, were introduced in 1973-74. It proved very tricky to rear them, as only a small progeny was obtained. The first generation of parasites on *Coelaenomenodera* larvae did not continue to lay, so that none could be released.

Pediobius parvulus and *Sympiesis javanica*, parasites of *Promecotheca cumingi* developing on a wild palm, *Nipa fruticans*, were introduced in 1974-75 ; they are easy to raise in the laboratory on last-stage larvae of *Coelaenomenodera*. The mass breeding set up made it possible to release about 10 000 *S. javanica* and 4 000 *P. parvulus* in industrial plantations and smallholdings. In spite of such large numbers, no *Coelaenomenodera* larva parasited by either of these species could be found.

All the hosts of the introduced parasites have in common their size, twice that of *Coelaenomenodera*, and there is no doubt that the dimension of the host plays an important part in the behaviour of the parasite, as was seen in the conditions of breeding. The host plant may also have had a role in the inadaptation of the introduced parasites.

Later, an effort was made to find a hispid of the same size as the West African *Coelaenomenodera* and having amongst its natural enemies a larval parasite with a large spectrum of activity. This further research will be dealt with in a subsequent study.